

BEST AVAILABLE COPY

# Synchromesh device for vehicle gearbox - has extensions on meshing tooth tips of coupling and switching sleeve

**Publication number:** DE4224271

**Publication date:** 1994-01-27

**Inventor:** BAIER HANS (DE); RUEHLE GUENTER (DE); JESSER RUEDIGER (DE)

**Applicant:** GETRAG GETRIEBE ZAHNRAD (DE)

**Classification:**

- **international:** F16D23/06; F16D23/02; (IPC1-7): F16D23/06

- **European:** F16D23/06

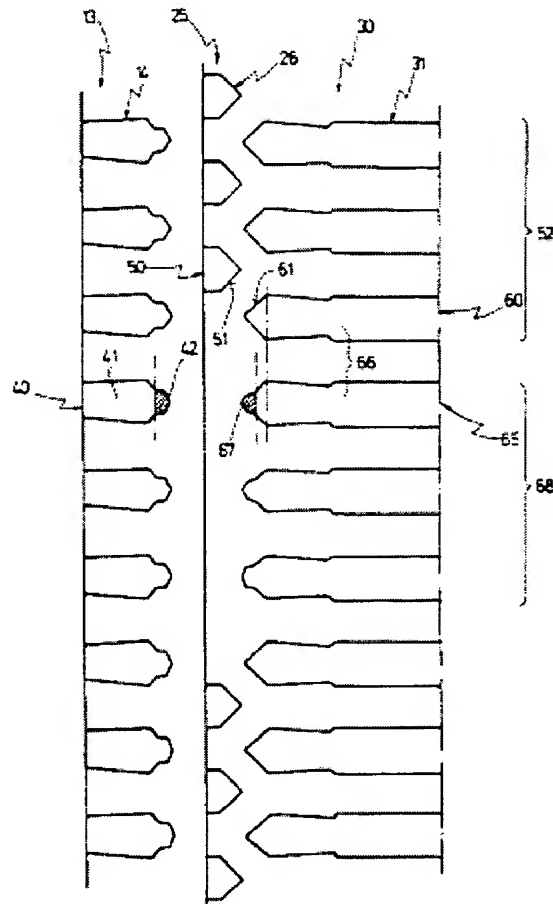
**Application number:** DE19924224271 19920723

**Priority number(s):** DE19924224271 19920723

Report a data error here

## Abstract of DE4224271

The synchromesh device for a vehicle gearbox has a switching gear located on a shaft with a coupling element (13) rotating with it. This element has external toothing (14) and a first conical surface (21) coaxial to the shaft. A switching sleeve (30) slides axially on the shaft and has internal teeth (65) meshing with the element. It has a first locking tooth set (60), with a synchronising ring (25) with a conical face matching that on the coupling element. Claw extensions (42, 67) on the tooth tips (40) of the coupling element and the switching sleeve prevent relative rotation between the two. **USE/ADVANTAGE** - Synchronisation device for vehicle gearbox avoids vibration damage.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 42 24 271 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 16 D 23/06**

②1 Aktenzeichen: P 42 24 271.1  
②2 Anmeldetag: 23. 7. 92  
④3 Offenlegungstag: 27. 1. 94

DE 42 24 271 A 1

⑦1 Anmelder:

Getrag Getriebe- und Zahnradfabrik Hermann  
Hagenmeyer GmbH & Cie, 71636 Ludwigsburg, DE

⑦4 Vertreter:

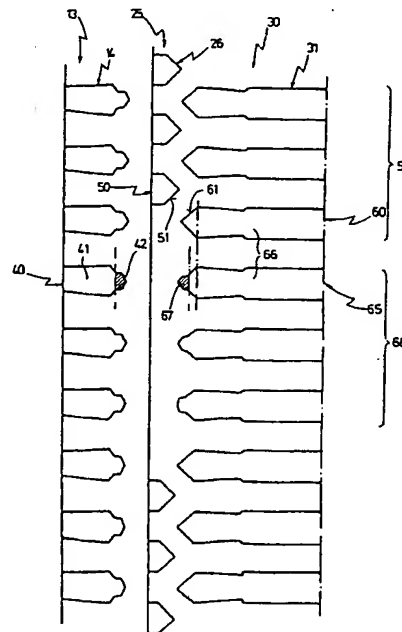
Witte, A., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Weller, W., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat.; Gahlert, S., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 70178 Stuttgart

⑦2 Erfinder:

Baier, Hans, 7014 Kornwestheim, DE; Rühle, Günter,  
7121 Löchgau, DE; Jesser, Rüdiger, 7129 Güglingen,  
DE

⑤4 Synchronisereinrichtung für Stufengetriebe von Kraftfahrzeugen

⑤7 Eine Synchronisereinrichtung für Stufengetriebe von Kraftfahrzeugen umfaßt einen Kupplungskörper (13) mit einer Umfangersverzahnung (14), einen Synchronisiererring (25) mit einer Sperrverzahnung (26) sowie eine Schaltmuffe (30), die segmentweise (52, 68) mit Sperrzähnen (60) bzw. Durchschaltzähnen (65) versehen ist. Die Zähne (40) der Außenverzahnung (14) des Kupplungskörpers (13) sowie die Durchschaltzähne (65) der Schaltmuffe (30) sind an ihren einander zu weisenden Spitzen mit Klauenansätzen (42, 67) versehen. Die Klauenansätze (42, 67) haben beim Einlegen des Ganges die Funktion einer Klauenkupplung für eine formschlüssige Verbindung zwischen Kupplungskörper (13) und Schaltmuffe (30) in Umfangersrichtung. Dies ist dann notwendig, wenn beim Erreichen des Synchronpunktes der Reibschluß zwischen Synchronisiererring (25) und Kupplungskörper (13) verloren geht und dadurch eine Relativdrehung zwischen Kupplungskörper (13) und Schaltmuffe (30) einsetzt. Dieser Zustand kann beispielsweise auftreten, wenn ein drehelastischer Abtrieb durch Torsion Energie speichert, die beim Schaltvorgang im Synchronpunkt freigesetzt wird (Fig. 3).



DE 42 24 271 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 93 308 064/194

13/44

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Synchronisiereinrichtung für Stufengetriebe von Kraftfahrzeugen, mit einem lose auf einer Getriebewelle gelagerten Schaltrad, mit einem drehstarr mit dem Schaltrad verbundenen Kupplungskörper, der eine Außenverzahnung sowie eine zur Getriebewelle koaxiale, erste Konusfläche aufweist, mit einer Schaltmuffe, die drehstarr, aber axial verschiebbar auf der Getriebewelle angeordnet ist und eine zur Außenverzahnung des Kupplungskörpers komplementäre Innenverzahnung sowie eine erste Sperrverzahnung aufweist, mit einem Synchronisiererring, der eine zur ersten Konusfläche komplementäre zweite Konusfläche sowie eine zur ersten Sperrverzahnung der Schaltmuffe komplementäre zweite Sperrverzahnung aufweist, wobei der Synchronisiererring relativ zur Schaltmuffe zwischen Endlagen begrenzt drehbar ist und die Sperrverzahnungen mit aneinanderliegenden Sperrflächen in den Endlagen ein Ineingriffkommen der Außenverzahnung des Kupplungskörpers mit der Innenverzahnung der Schaltmuffe verhindern und erst bei Erreichen der Synchrondrehzahl und reibschlüssiger Verbindung zwischen Synchronisiererring und Kupplungskörper unter Verdrehen des Synchronisierendes relativ zur Schaltmuffe zulassen, und mit Mitteln, die eine relative Verdrehung von Kupplungskörper und Schaltmuffe behindern, wenn bei Synchrondrehzahl und außer Eingriff befindlichen Sperrflächen die reibschlüssige Verbindung durch Einleiten eines Momentes auf den Kupplungskörper gelöst wird.

Eine Synchronisiereinrichtung der vorstehend genannten Art ist aus der EP-PS 0 184 077 bekannt.

Die bekannte Synchronisiereinrichtung beruht auf dem Prinzip der sogenannten "Borg-Warner"-Synchronisierung. Bei einer solchen bekannten Synchronisierung wird beim Einlegen eines Ganges die Schaltmuffe, ausgehend von der neutralen Stellung, axial verschoben. Die Schaltmuffe nimmt bei dieser Axialbewegung einen Synchronisiererring mit und drückt diesen gegen einen Gegenkonus des Kupplungskörpers, der drehstarr mit dem Schaltrad des einzulegenden Ganges verbunden ist. Dadurch wird eine reibschlüssige Verbindung zwischen Synchronisiererring und Kupplungskörper hergestellt, die eine Drehzahlangleichung zwischen Welle, Schaltmuffe und Synchronisiererring einerseits und Kupplungskörper sowie Zahnrad des einzulegenden Ganges andererseits bewirkt. Dabei wird, solange die Synchrondrehzahl nicht erreicht ist, der Synchronisiererring vom Kupplungskörper in Umfangsrichtung gegenüber der Schaltmuffe soweit verdreht, wie es die formschlüssige Verbindung zwischen Synchronisiererring und Schaltmuffe zuläßt. Dabei werden am Synchronisiererring angebrachte Sperrflächen in eine Stellung gebracht, in der sie mit entsprechenden Sperrflächen an der Schaltmuffe in Eingriff kommen und ein axiales Verschieben der Schaltmuffe in Richtung auf den Kupplungskörper verhindern. Bei den bekannten Synchronisiereinrichtungen sind diese Sperrflächen gewöhnlich an einer Außenverzahnung des Synchronisierendes angebracht, die der Außenverzahnung des Kupplungskörpers gleicht, während die Gegenflächen an den Enden der Zähne angebracht sind, die die Innenverzahnung der Schaltmuffe bilden. Nach Erreichen der Synchrondrehzahl läßt sich dann die Schaltmuffe an den Sperrflächen des Synchronisierendes vorbei in die Außenverzahnung des Kupplungskörpers einschieben.

Solange die Schaltmuffe über ihre Sperrflächen eine

Axialkraft auf die zugehörigen Sperrflächen des Synchronisierendes ausübt, wird, je nach Schräge dieser Sperrflächen zur Axialrichtung ein Reibmoment, nämlich das Synchronmoment, ausgeübt. Dieses Synchronmoment bewirkt die bereits erwähnte Drehzahlangleichung des Kupplungskörpers gegenüber dem Synchronisiererring und der Schaltmuffe. Wenn nun der Kupplungskörper, im rotierenden System der genannten Elemente betrachtet, gegenüber der Schaltmuffe und dem Synchronisiererring zum Stillstand gekommen ist (im raumfesten System also mit derselben Drehzahl rotiert), so gleiten die genannten Sperrflächen von Schaltmuffe und Synchronisiererring aneinander vorbei und die Zähne der Schaltmuffe treten durch die Lücken zwischen den Zähnen des Synchronisierendes hindurch.

In diesem Augenblick wird demnach keine Axialkraft mehr auf den Synchronisiererring ausgeübt und damit auch kein Synchronmoment auf den Kupplungskörper.

Aus der eingangs genannten EP-PS 0 184 077 ist nun bekannt, daß in diesem sehr kritischen Augenblick der Synchronisierung ein sogenanntes "Kaltkratzen" auftreten kann. Hierunter versteht man ein Phänomen, das dann auftreten kann, wenn die Getriebeelemente bei sehr kaltem Getriebe durch die hohe Viskosität des Getriebeöls stark abgebremst werden. Wenn dies der Fall ist, kann nämlich das mit dem Kupplungskörper verbundene Schaltrad des einzulegenden höheren Ganges starken Bremsmomenten ausgesetzt sein, die daher rühren, daß dieses Rad in sehr kaltem und hochviskosem Getriebeöl läuft. Durch diese starken Bremskräfte kann nun das Schaltrad mit dem Kupplungskörper so stark abgebremst werden, daß der Reibschluß zwischen Synchronisiererring und Kupplungskörper in dem Augenblick verlorenggeht, in dem die Zähne der Schaltmuffe durch die Lücken des Synchronisierendes hindurchtreten und — wie erwähnt — infolgedessen kein Synchronmoment mehr aufgebracht wird. Die durch die Lücken des Synchronisierendes hindurchtretenden Zähne der Schaltmuffe treffen dann nicht mehr auf — im rotierenden System betrachtet — stillstehende Zähne des Kupplungskörpers, sondern vielmehr auf Zähne, die durch die Beendigung des Reibschlusses wieder in Rotation relativ zu Schaltmuffe/Synchronisiererring geraten sind, nämlich im Sinne einer Drehzahlverminderung infolge der geschilderten Bremseffekte.

In der EP-PS 0 184 077 wird nun gelehrt, wie man dem Phänomen des "Kaltkratzens" durch eine bestimmte asymmetrische Formgebung zumindest der Zähne der Schaltmuffe begegnen kann.

Es hat sich nun gezeigt, daß ein ähnliches Phänomen aus ganz anderen physikalischen Gründen ebenfalls auftreten kann:

Im modernen Getriebebau für Kraftfahrzeuge, insbesondere Personenkraftwagen, geht man häufig zu immer höheren Antriebsleistungen über. Gleichzeitig wird im Interesse einer Reduzierung des Kraftstoffverbrauches angestrebt, die Elemente des Antriebsstranges so leicht wie möglich ausulegen. Bei Wellen im Antriebsstrang führt eine Gewichtsverminderung jedoch stets zu einer Verminderung der Querschnittsfläche und damit zu einer Erhöhung der Drehelastizität.

Insbesondere bei Antriebsanordnungen mit Frontmotor und Hinterachsantrieb findet man sehr lange Antriebswellen (Kardanwellen) vor, die sich bei hohen Antriebsleistungen und daher hohen Synchronmomenten elastisch verdrehen können. Wird nämlich bei einer Synchronisierung über den betreffenden Synchronisiererring ein Synchronmoment aufgebracht, so führt dies zu einer

Verdrehung der genannten Antriebswellen im Antriebsstrang, und damit zu einer Energiespeicherung. Diese durch die Drehelastizität der Antriebswellen gespeicherte Energie kann sich nun wieder entladen, wenn vorübergehend das Synchronmoment zu Null wird, wie in dem bereits geschilderten Zustand der Verzahnungen. Auch dann kann es zu einem Lösen des Reibschlusses zwischen Synchronisiererring und Kupplungskörper kommen, mit der Folge, daß die durch die Lücken zwischen den Zähnen des Synchronisierendes hindurchtretenden Zähne der Schaltmuffe wiederum auf sich relativ drehende Zähne des Kupplungskörpers treffen.

Auch dieses Phänomen macht sich akustisch durch ein Kratzgeräusch bemerkbar und sensorisch durch eine pulsierende Kraft am Schalthebel. In der Fachsprache wird dieses Phänomen als "Schwingungskratzen" bezeichnet.

Aus der DE-PS 26 59 448 ist eine weitere Synchronisereinrichtung für Schaltkupplungen, insbesondere von Schaltgetrieben für Kraftfahrzeuge bekannt. Bei dieser weiteren bekannten Synchronisereinrichtung sind bestimmte Zähne der Innenverzahnung der Schaltmuffe, die über den Umfang der Schaltmuffe verteilt angeordnet sind, axial in Richtung auf den Kupplungskörper zu verlängert. Der Synchronisiererring weist nur in den Bereichen der unverlängerten Zähne der Schaltmuffe Sperrzähne auf und der Bereich der verlängerten Zähne nimmt einen kleineren Sektor ein als der Bereich, in dem der Synchronisiererring frei von Sperrzähnen ist.

Auf diese Weise wird bei der bekannten Synchronisereinrichtung eine Verkürzung des Schaltweges um das Maß der Verlängerung der Zähne der Schaltmuffe erreicht. Da jedoch auch die verlängerten Zähne der Schaltmuffe erst dann in formschlüssigen Eingriff mit der Außenverzahnung des Kupplungskörpers kommen können, wenn der Synchronisiervorgang abgeschlossen ist, d. h. wenn die Sperrflächen von Schaltmuffe und Synchronisiererring außer Eingriff gekommen sind, kann auch bei dieser bekannten Synchronisereinrichtung das Phänomen des "Schwingungskratzens" oder des "Kaltkratzens" auftreten, da die verlängerten und die nicht-verlängerten Zähne der Schaltmuffe starr miteinander verbunden sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Synchronisereinrichtung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß dieses Schwingungskratzen verhindert oder zumindest deutlich vermindert wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Mittel als Klauenansätze an den Spitzen von Zähnen der Außenverzahnung des Kupplungskörpers sowie von Zähnen der Innenverzahnung der Schaltmuffe ausgebildet sind.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

Während nämlich bei herkömmlichen Verzahnungen an Synchronisereinrichtungen bekannter Art die Schaltmuffe bei Auftreten des Schwingungskratzens über mehrere Zähne des Kupplungskörpers springen kann, bewirken die Klauenansätze, daß die Schaltmuffe nur noch über maximal einen Zahn abgewiesen werden kann. Die Erfindung hat ferner den Vorteil, daß sie sich ohne zusätzlichen Bauraum bei herkömmlichen Synchronisereinrichtungen einsetzen läßt, da zusätzliche Teile nicht erforderlich sind, sondern nur die Verzahnung am Kupplungskörper sowie die Verzahnung an der Schaltmuffe entsprechend modifiziert werden muß.

Da die mit den Klauenansätzen versehenen Zähne im

übrigen wie normale Schaltzähne der Schaltmuffe ausgebildet sein können, wird auch die kraftaufnehmende Fläche an den Zahnflanken im geschalteten Zustand nicht reduziert.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung verlaufen die Klauenansätze axial um 0° bis 10° geneigt.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß einerseits das Einfädeln der mit den Klauenansätzen versehenen Zähne der Schaltmuffe in die Verzahnung des Kupplungskörpers erleichtert wird, andererseits gewährleistet aber der sehr kleine Neigungswinkel, daß die Wirkung der durch die Klauenansätze gebildeten Klauenkupplung in vollem Umfange zum Tragen kommt.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung entspricht die Breite der Klauenansätze etwa der halben Breite der Zähne, an deren Spitzen sie angeordnet sind.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß das Einspielen der Schaltmuffe in den Kupplungskörper verbessert wird, weil das Verhältnis der Breite der Zahnflanken (die üblicherweise so breit sind wie die Zähne) zur Breite der Klauenansätze sehr viel größer als 1 ist.

Eine weitere Ausbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die axiale Länge der Klauenansätze etwa dem 0,16-fachen der Eingriffslänge der Zähne entspricht, an deren speziell sie angeordnet sind.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß durch die axiale Länge der Klauenansätze die durch Torsion im Antriebsstrang gespeicherte Restenergie durch einen Drehmomentstoß abgebaut werden kann, ohne daß die Schaltmuffe am Kupplungskörper abgewiesen wird.

Bei weiteren Ausgestaltungen der Erfindung sind die Klauenansätze angespitzt.

Auch diese Maßnahme hat den Vorteil, daß das Einfädeln der mit Klauenansätzen versehenen Zähne erleichtert wird.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist besonders bevorzugt, wenn in axialer Richtung der Winkel der Anspitzung größer ist als der Winkel der Sperrflächen.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß die Wirkung einer Klauenkupplung bereits nach kurzem Schaltweg zum Tragen kommt.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung sind an der Schaltmuffe segmentweise die Zähne mit den Klauenansätzen bzw. die Zähne der Sperrverzahnung angeordnet.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß die unterschiedlichen Funktionen Sperren/Durchschalten je nach Einzelfall auf einen vorbestimmten Anteil der Zähne verteilt werden kann.

Schließlich ist noch ein Ausführungsbeispiel der Erfindung bevorzugt, bei dem die Zähne der Außenverzahnung des Kupplungskörpers, die Sperrzähne des Synchronisierendes, die mit den Klauenansätzen versehenen Zähne sowie die Sperrzähne der Schaltmuffe auf einem gemeinsamen Umfang angeordnet sind.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß sich eine besonders kompakte Bauform ergibt.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und der beigefügten Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine graphische Darstellung des Schaltweges  $s$ , des Verdrehwinkels  $\Theta$  des Antriebsstranges, der Antriebsdrehzahl  $n_{an}$  sowie der auf die Antriebsdrehzahl  $n_{an}$  bezogenen Abtriebsdrehzahl  $n^*_{ab}$ , jeweils für ein Stufengetriebe eines Personenkraftwagens;

Fig. 2 eine Darstellung, im Axialschnitt, durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Synchronisiereinrichtung;

Fig. 3 eine Abwicklung der Verzahnungen von Kupplungskörper, Synchronisiererring und Schaltmuffe, zur Erläuterung der Funktionsweise der Erfindung;

Fig. 4 in stark vergrößertem Maßstab einen Sperrzahn sowie einen Durchschaltzahn der Schaltmuffe in der Ansicht gemäß Fig. 3.

In Fig. 1 ist anhand eines Diagrammes mit vier verschiedenen Verläufen ein Schaltvorgang für ein Stufengetriebe eines Personenkraftwagens dargestellt, bei dem sogenanntes "Schwingungskratzen" auftritt.

Bei jedem Synchronisiervorgang in einem Stufengetriebe eines Kraftfahrzeuges muß ein Synchronmoment aufgebracht werden, um die zunächst mit unterschiedlicher Drehzahl umlaufenden Bauteile (Gangschaltrad, Kupplungskörper, Synchronisiererring, Schaltmuffe, Schiebemuffe) auf die selbe Drehzahl, d. h. in einen Synchronzustand zu bringen.

Da man für die sehr kurze Dauer eines derartigen Schaltvorganges die Abtriebsdrehzahl, entsprechend der Geschwindigkeit des Fahrzeuges, als konstant annehmen kann, dient die Synchronisierung jeweils zum Vermindern bzw. Erhöhen der Drehzahl des Antriebes (Motors), je nachdem, ob hochgeschaltet oder rückgeschaltet werden soll.

Das Synchronmoment stützt sich dabei — in Kraftflußrichtung gesehen — über den nach dem Getriebe liegenden Antriebsstrang ab. Da der Antriebsstrang aus drehelastischen Elementen, insbesondere langgestreckten Wellen, besteht, wird der Antriebsstrang durch das Einleiten des Synchronmomentes verdreht. Das Ausmaß der Verdrehung ist dabei selbstverständlich vom Betrag des aufgebrachten Synchronmomentes abhängig. Je größer das Synchronmoment nämlich ist, desto größer ist auch die Torsion bzw. der Aufziehwinkel am Abtrieb.

In Fig. 1 ist nun mit  $s$  der Schaltweg bezeichnet, während  $\Theta$  den Verdrehwinkel des Antriebsstranges angibt, der z. B. durch Integration der Drehzahl des Antriebsstranges gewonnen werden kann.

Mit  $n_{an}$  ist in Fig. 1 die Antriebsdrehzahl, d. h. die Eingangsrehzahl an der Synchronisiereinheit.  $n_{an}$  ist in Fig. 1 die Antriebsdrehzahl, d. h. die Eingangsrehzahl an der Synchronisiereinheit.  $n^*_{ab}$  bezeichnet demgegenüber die auf die Antriebsdrehzahl  $n_{an}$  normierte Abtriebsdrehzahl, d. h. die Drehzahl am Ausgang der Synchronisiereinheit.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Hochschaltvorgang wird die Synchronisierung zum Zeitpunkt  $t_1$  eingeleitet. Ab dem Zeitpunkt  $t_1$  fällt die Antriebsdrehzahl  $n_{an}$  ab, da bei einem Hochschaltvorgang die Antriebsdrehzahl  $n_{an}$  vermindert werden muß. Die normierte Abtriebsdrehzahl  $n^*_{ab}$  vollführt hingegen eine Schwingung, weil der nach dem Getriebe liegende Antriebsstrang infolge der bei  $t_1$  geöffneten Trennkupplung zu schwingen beginnt, da der Antriebsstrang bis zum Öffnen der Trennkupplung durch das Antriebsmoment drehelastisch gespannt war und sich infolge der Verdrehung gespeicherte Energie bei jetzt geöffneter Trennkupplung in Form einer Drehschwingung bemerkbar macht.

Bei fortschreitender Synchronisierung, die sich durch

eine Erhöhung des Schaltweges bemerkbar macht, fällt nun die Antriebsdrehzahl  $n_{an}$  weiter ab, während die Verspannung des Antriebsstranges mit zunehmendem Synchronmoment ebenfalls zunimmt, wie in Fig. 1 durch einen Anstieg des Verdrehwinkels  $\Theta$  deutlich erkennbar ist. Die Torsion des Antriebsstranges ist dabei der bereits erwähnten Schwingung überlagert.

Beim zweiten negativen Nulldurchgang der normierten Abtriebsdrehzahl  $n^*_{ab}$ , d. h. zu dem in Fig. 1 eingezeichneten Zeitpunkt  $t_2$  hat der Verdrehwinkel  $\Theta$  sein Maximum erreicht. Die Antriebsdrehzahl  $n_{an}$  hat sich im Zeitpunkt  $t_2$  der normierten Abtriebsdrehzahl  $n^*_{ab}$  angenähert. Die dabei eingenommene absolute Drehzahl muß nicht unbedingt gleich der angestrebten Synchrondrehzahl sein. Infolge der Verspannung des Antriebsstranges um den Winkel  $\Theta$  verschiebt sich nämlich die tatsächlich eingenommene Drehzahl gegenüber der gewünschten Synchrondrehzahl, da bekanntlich der Verdrehwinkel  $\Theta$  das zeitliche Integral der Drehzahl ist bzw. die Drehzahl der ersten zeitlichen Ableitung des Drehwinkels  $\Theta$  entspricht.

Durch die Verzögerung des Abtriebs erfolgt nun über den Reibschluß der Synchronisierung und die Momentenübertragung über die Sperrflächen auf die trägen Massen des Radsatzes eine gleichzeitige weitere Verzögerung der Antriebswelle, wie sich auch dem übereinstimmenden Verlauf von  $n_{an}$  und  $n^*_{ab}$  ab dem Zeitpunkt  $t_2$  bis zu einem Zeitpunkt  $t_3$  in Fig. 1 zeigt. In diesem Zeitintervall zwischen  $t_2$  und  $t_3$  haben An- und Abtriebswelle somit die selbe Drehzahl.

Gleichwohl kann in diesem Zeitintervall noch nicht durchgeschaltet werden, da ein starkes Synchronmoment aufgebracht wird, das mit umgekehrtem Vorzeichen einem entsprechend hohen Torsionsmoment entspricht. Dies folgt aus Fig. 1 dadurch, daß zum Zeitpunkt  $t_3$  der Verdrehwinkel  $\Theta$  immer noch in der Nähe des Maximums liegt.

Aufgrund dieser Gegebenheiten unterscheidet die Antriebswellendrehzahl  $n_{an}$  die zu synchronisierende Drehzahl über einen längeren Zeitraum, wie deutlich aus Fig. 1 zu erkennen ist. Der nach dem Getriebe liegende Antriebsstrang erfährt infolge der fortbestehenden, überlagerten Schwingung nur eine geringere Verzögerung. Dies erkennt man in Fig. 1 ab dem Zeitpunkt  $t_3$  dadurch, daß sich die gestrichelte Kurve für die normierte Abtriebsdrehzahl  $n^*_{ab}$  von der durchgezogenen eingezeichneten Kurve für die Antriebswellendrehzahl  $n_{an}$  löst und oberhalb dieser verläuft.

Auf diese Weise wird die Abtriebswelle mit einem Mal schneller, weil  $n^*_{ab}$  größer wird als  $n_{an}$ . Infolgedessen werden die Sperrflächen zwischen Schaltmuffe und Synchronisiererring entlastet, das Drehmoment an der Synchronisierstelle wird zu Null, der Verdrehwinkel  $\Theta$  fällt schlagartig ab und ein Durchschalten ist möglich.

Da die Antriebswellenzahl  $n_{an}$  jedoch immer noch deutlich unter der zu synchronisierenden Drehzahl liegt und die Schaltmuffe in den Kupplungskörper geschaltet wird, synchronisieren sich Schaltmuffe und Kupplungskörper unmittelbar aneinander über die Kupplungskörperverzahnung, was sich durch eine deutliche Schwingung ab dem Zeitpunkt  $t_4$  in Fig. 1 bemerkbar macht. Erst zum Zeitpunkt  $t_5$  ist die Nachsynchronisierung über die Verzahnungen von Schaltmuffe und Kupplungskörper abgeschlossen. Die zwischen den Zeitpunkten  $t_4$  und  $t_5$  in Fig. 1 bei allen vier Verläufen deutlich zu erkennenden hochfrequenten Schwingungen werden als "Schwingungskratzen" bezeichnet, weil sich dieses Phänomen als Kratzgeräusch bemerkbar macht, ebenso wie

als pulsierende Kraft am Schalthebel (vgl. Diagramm s).  
Das nachstehend geschilderte Ausführungsbeispiel der Erfindung hat den Zweck, das "Schwingungskratzen" zu vermeiden oder zumindest drastisch zu vermindern.

In Fig. 2 ist mit 10 insgesamt eine Synchronisierereinrichtung für ein Kraftfahrzeuggetriebe dargestellt. Die Synchronisierereinrichtung 10 wirkt an einem Schaltrad 11, dessen Außenverzahnung mit 12 bezeichnet ist. Am Schaltrad 11 ist ein Kupplungskörper 13 drehstarr angebracht. Der Kupplungskörper 13 weist eine Außenverzahnung 14 auf. In einem Grundkörper 15 des Kupplungskörpers 13 befindet sich eine Ausnehmung 16. Das Schaltrad 11 sitzt über ein Lager 17 drehbar auf einer Getriebewelle 18.

Ein Doppelkonus-Reibring 20 ragt mit Fortsätzen in die Ausnehmung 16. Der mit Reibbelägen versehene innere Teil des Doppelkonus-Reibringes 20 liegt zwischen einer ersten Konusfläche 21 des Kupplungskörpers 13 sowie einer zweiten Konusfläche 22 eines Synchronisierendes 25. Der Synchronisierendes 25 ist an seinem Außenumfang mit einer Sperrverzahnung 26 versehen.

Eine Schaltmuffe 30 weist eine Innenverzahnung 31 auf. An ihrem Außenumfang ist eine Ausnehmung 32 für eine nicht dargestellte Schaltgabel vorgesehen.

Aus Fig. 2 folgt deutlich, daß die im vorliegenden Zusammenhang interessierenden Verzahnungen, nämlich die Außenverzahnung 14 des Kupplungskörpers 13, die Sperrverzahnung 26 des Synchronisierendes 25 und die Innenverzahnung 31 der Schaltmuffe 30 auf einem gemeinsamen Umfang R liegen.

Die Schaltmuffe 30 ist über eine Muffe 35 drehstarr mit der Getriebewelle 18 verbunden.

Insoweit handelt es sich bei der Synchronisierereinrichtung 10 gemäß Fig. 2 um eine Synchronisierereinrichtung herkömmlicher Art.

Das Besondere an der Synchronisierereinrichtung 10 ergibt sich aus der abgewinkelten Darstellung der auf dem gemeinsamen Umfang R liegenden Verzahnungen gemäß Fig. 3.

In Fig. 3 ist links der Kupplungskörper 13 mit seiner Verzahnung 14 dargestellt, die aus Zähnen 40 besteht. Die Zähne 40 weisen in dem in Fig. 3 linken Teil einen herkömmlichen, sich verjüngenden Zahnkörper 41 auf. Der Zahnkörper 41 aller Zähne 40 läuft in Fig. 2 am rechten Ende in einen Klauenansatz 42 aus.

In der Mitte der Fig. 3 ist der Synchronisierendes 25 mit seiner Sperrverzahnung 26 angedeutet. Die Sperrverzahnung 26 besteht aus Zähnen 50 mit herkömmlichen Sperrflächen 51. Die Sperrzähne 50 sind am Umfang des Synchronisierendes 25 jeweils nur über ein Umfangssegment 52 angeordnet.

In der rechten Hälfte der Fig. 3 ist die Schaltmuffe 30 mit ihrer Verzahnung 31 angedeutet. Die Verzahnung 31 besteht im Bereich des Umfangssegmentes 52 aus Sperrzähnen 60 herkömmlicher Bauart mit Sperrflächen 61 an ihren Spitzen. Die Sperrzähne 60 mit ihren Sperrflächen 61 sind komplementär zu den Sperrzähnen 50 des Synchronisierendes 25 mit ihren Sperrflächen 51 angeordnet.

In den anderen Umfangssegmenten 68 der Schaltmuffe 30 ist die Verzahnung 31 mit Durchschaltzähnen 65 ausgebildet. Die Durchschaltzähne 65 weisen in Fig. 3 rechts einen herkömmlichen Zahnkörper 66 auf, der dem Zahnkörper der Sperrzähne 60 entspricht. An dem in Fig. 3 linken Ende sind die Durchschaltzähne 65 hingegen ebenfalls an ihrer Spitze mit Klauenansätzen 67

versehen. Die Klauenansätze 67 sind in der Darstellung der Fig. 3 klappsymmetrisch zu den Klauenansätzen 42 der Zähne 40 des Kupplungskörpers 13 ausgebildet.

In Fig. 4 sind in vergrößertem Maßstab ein Sperrzahn 60 sowie ein Durchschaltzahn 65 in der Ansicht der Fig. 3 zu erkennen.

Der Durchschaltzahn 65 ist mit einer Breite B ausgeführt, die der Breite B der Zahnluken zwischen den Zähnen 60, 65 entspricht.

Am vorderen Ende des Durchschaltzahnes 65 ist der Klauenansatz 67 zunächst mit einer stumpfwinkeligen Spitze ausgebildet, deren Neigungswinkel  $\alpha$  zur Achse zwischen  $40^\circ$  und  $70^\circ$  liegen kann und vorzugsweise  $60^\circ$  beträgt. Die axiale Länge  $l_1$  der stumpfwinkeligen Spitze beträgt ungefähr das 0,05- bis 0,1-fache, vorzugsweise das 0,07-fache der Eingriffslänge L der Zähne 60, 65 im geschalteten Zustand.

An die stumpfwinkelige Spitze schließt sich ein flachwinkeliger Abschnitt an, dessen Neigungswinkel  $\beta$  zur Achse zwischen  $0^\circ$  und  $10^\circ$  liegen kann und vorzugsweise  $7^\circ$  beträgt. Die axiale Länge  $l_2$  beträgt etwa das 0,05- bis 0,15-fache, vorzugsweise das 0,09-fache der axialen Eingriffslänge L.

Die stumpfwinkelige Spitze und der flachwinkelige Abschnitt bilden zusammen den Klauenansatz 67. Vom Klauenansatz 67 führt dann ein angespitzter Abschnitt mit einem Neigungswinkel  $\gamma$  auf die volle Breite B des Durchschaltzahnes 65. Die axiale Länge  $l_3$  dieses Abschnittes beträgt ungefähr das 0,07- bis 0,18-fache, vorzugsweise das 0,12-fache der axialen Eingriffslänge L.

Der Durchschaltzahn 65 ist hinter diesem Abschnitt leicht hinterschnitten, wie mit einem Winkel  $\delta$  angedeutet, der zwischen  $0^\circ$  und  $10^\circ$  liegen kann und vorzugsweise  $4^\circ$  beträgt.

Der Sperrzahn 60 ist demgegenüber von konventioneller Gestaltung und man erkennt, daß der Neigungswinkel der Sperrfläche 61 gleich dem Winkel  $\delta$  von vorzugsweise  $40^\circ$  ist.

Die Wirkungsweise der Synchronisiervorrichtung ist wie folgt:

Wenn im synchronisierten Zustand der Kupplungskörper 13 und der Synchronisierendes 25 reibschlüssig miteinander umlaufen und die Zähne 60, 65 der Verzahnung 31 der Schaltmuffe 30 mit ihren Spitzen an den Sperrflächen 51 der Zähne 50 des Synchronisierendes 25 vorbeigelaufen sind, kann sich bei Auftreten des Schwingungskratzens der Reibschluß zwischen Synchronisierendes 25 und Kupplungskörper 13 in der eingangs beschriebenen Weise wieder auftrennen.

Da die Zähne 60, 65 der Schaltmuffe 30 weiter vorgeschoben werden, gelangen die Klauenansätze 67 an den Durchschaltzähnen 65 der Schaltmuffe 30 sogleich in Eingriff mit den Klauenansätzen 42 an den Zähnen 40 des Kupplungskörpers 13. Aufgrund der axialen oder um den Winkel  $\beta$  nur leicht geneigten Seitenflächen der Klauenansätze 42, 67 wird die Relativdrehung zwischen Kupplungskörper 13 und Schaltmuffe 30 sogleich formschlüssig beendet, indem maximal die Durchschaltzähne 65 um einen Zahn 40 des Kupplungskörpers 13 in Umfangsrichtung springen. Von diesem Zeitpunkt an herrscht ein Formschluß zwischen Kupplungskörper 13 und Schaltmuffe 30 und alle Zähne 60, 65 der Verzahnung 31 der Schaltmuffe 30 können sich in die Zahnluken zwischen den Zähnen 40 des Kupplungskörpers 13 schieben.

Während also die Sperrzähne 60 der Schaltmuffe 30 selektiv die Synchronisierung bewirken, indem sie über die Sperrflächen 51, 61 das zum Synchronisieren erforder-

derliche Drehmoment auf den Synchronisiererring 25 aufbringen, haben die Durchschaltzähne 65 mit ihren Klauenansätzen 67 die Aufgabe, im Falle des Verlustes der Synchronisierung beim Schwingungskratzen sogleich einen Formschluß in Umfangsrichtung mit dem Kupplungskörper 13 herzustellen.

Die Verteilung der verschiedenen Zahnarten 60, 65 auf der Schaltmuffe 30 kann dabei nach den Bedingungen des Einzelfalls durchaus variiert werden.

#### Patentansprüche

1. Synchronisiereinrichtung für Stufengetriebe von Kraftfahrzeugen, mit einem lose auf einer Getriebewelle (18) gelagerten Schaltrad (11), mit einem drehstarr mit dem Schaltrad (11) verbundenen Kupplungskörper (13), der eine Außenverzahnung (14) sowie eine zur Getriebewelle (18) koaxiale, erste Konusfläche (21) aufweist, mit einer Schaltmuffe (30), die drehstarr, aber axial verschiebbar auf der Getriebewelle (18) angeordnet ist und eine zur Außenverzahnung (14) des Kupplungskörpers (13) komplementäre Innenverzahnung (65), sowie eine erste Sperrverzahnung (60) aufweist, mit einem Synchronisiererring (25), der eine zur ersten Konusfläche (21) komplementäre zweite Konusfläche (22) sowie eine zur ersten Sperrverzahnung (60) der Schaltmuffe (30) komplementäre zweite Sperrverzahnung (26) aufweist, wobei der Synchronisiererring (25) relativ zur Schaltmuffe (30) zwischen Endlagen begrenzt drehbar ist und die Sperrverzahnungen (60, 26) mit aneinanderliegenden Sperrflächen (51, 61) in den Endlagen ein in Eingriffkommen mit der Außenverzahnung (14) des Kupplungskörpers (13) mit der Innenverzahnung (65) der Schaltmuffe (30) verhindern und erst bei Erreichen der Synchrondrehzahl und reibschlüssige Verbindung zwischen Synchronisiererring (25) und Kupplungskörper (13) unter Verdrehen des Synchronisierendes (25) relativ zur Schaltmuffe (30) zulassen, und mit Mitteln, die eine relative Verdrehung von Kupplungskörper (13) und Schaltmuffe (30) behindern, wenn bei Synchrondrehzahl und außer Eingriff befindlichen Sperrflächen (51, 61) die reibschlüssige Verbindung durch Einleiten eines Momentes auf den Kupplungskörper (13) gelöst wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel als Klauenansätze (42, 67) an den Spitzen von Zähnen (40) der Außenverzahnung (14) des Kupplungskörpers (13) sowie von Zähnen (65) der Innenverzahnung der Schaltmuffe (30) ausgebildet sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Klauenansätze (42, 67) axial um  $0^\circ$  bis  $10^\circ$  geneigt verlaufen.
3. Synchronisiereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite ( $b_1$ ) der Klauenansätze (42, 47) etwa der halben Breite ( $B$ ) der Zähne (40, 65) entspricht, an deren Spitze sie angeordnet sind.
4. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Länge ( $l_1 + l_2$ ) der Klauenansätze (42, 67) etwa dem 0,16-fachen der Eingriffslänge ( $L$ ) der Zähne (40, 65) entspricht, an deren Spitze sie angeordnet sind.
5. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Klauenansätze (42, 67) angespitzt sind.

6. Synchronisiereinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in axialer Richtung der Winkel ( $\alpha$ ) der Anspitzung größer ist als der Winkel ( $\gamma$ ) der Sperrflächen (51, 61).

7. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß an der Schaltmuffe (30) segmentweise (52, 68) die Zähne (65) mit den Klauenansätzen (67) bzw. die Zähne (60) der Sperrverzahnung angeordnet sind.

8. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zähne (40) der Außenverzahnung (41) des Kupplungskörpers (13), die Sperrzähne (50) des Synchronisierendes (25), und die mit den Klauenansätzen (67) versehenen Zähne (65) sowie die Sperrzähne (60) der Schaltmuffe (30) auf einem gemeinsamen Umfang ( $R$ ) angeordnet sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

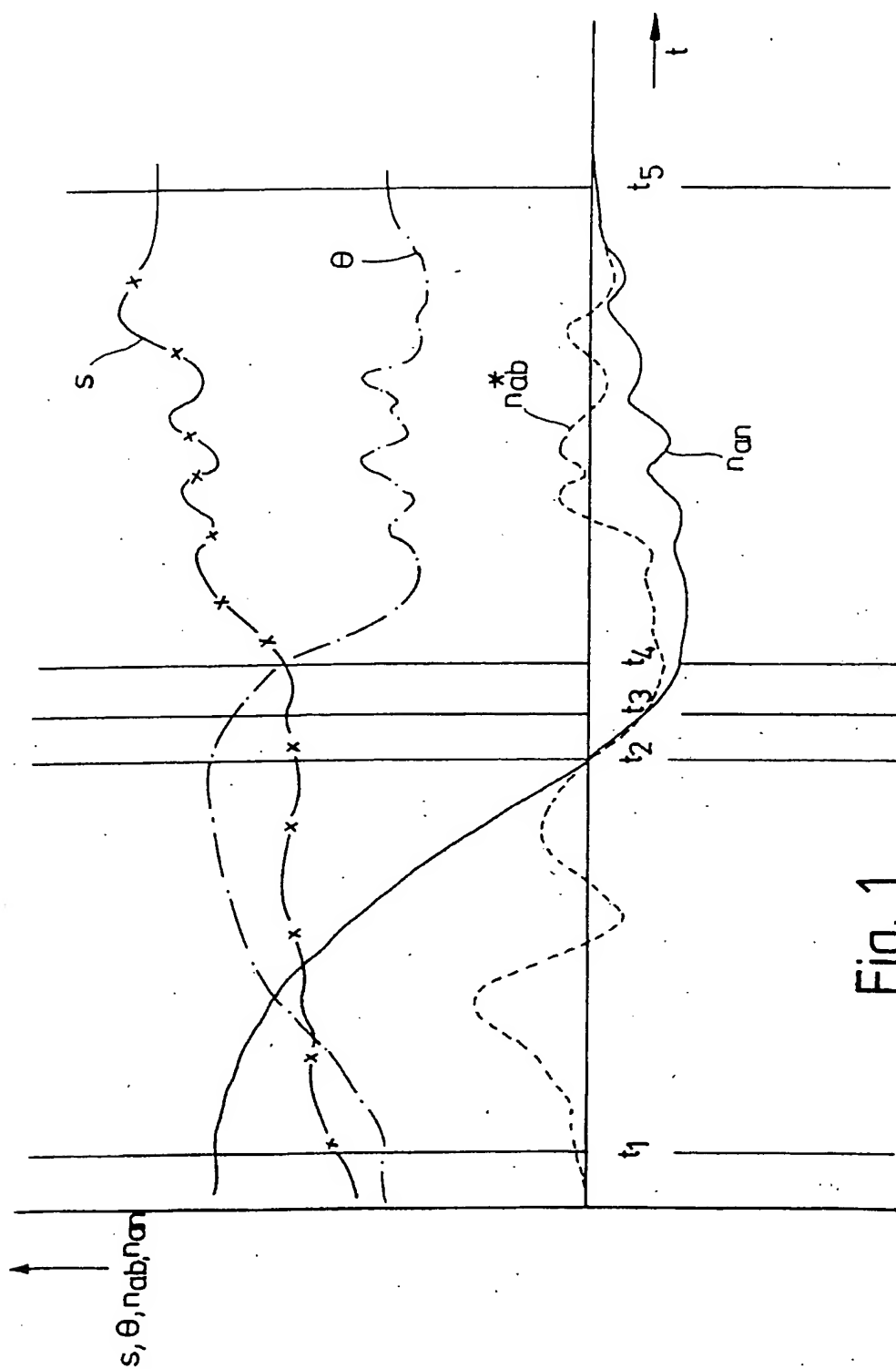


Fig. 1



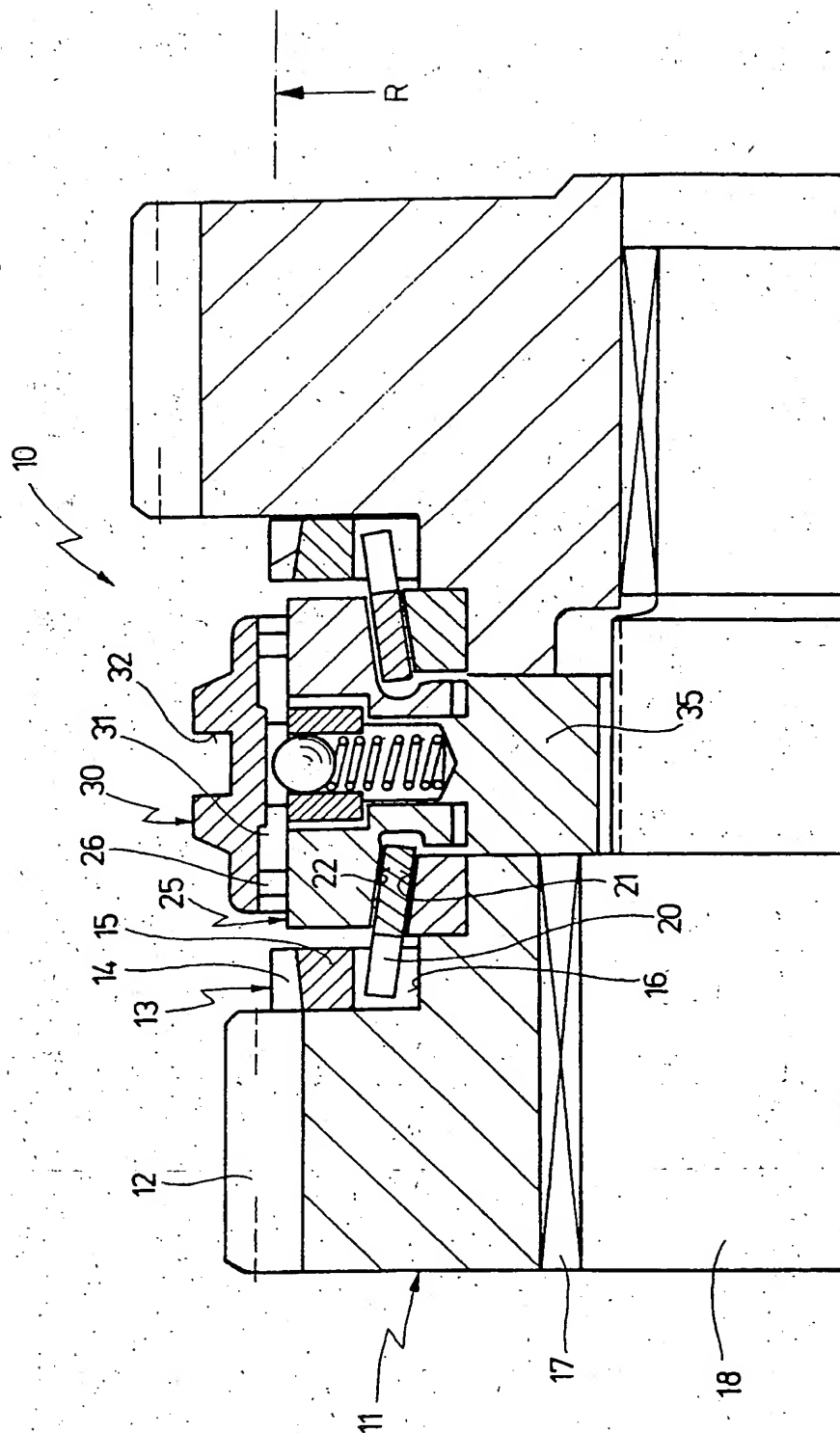


Fig. 2

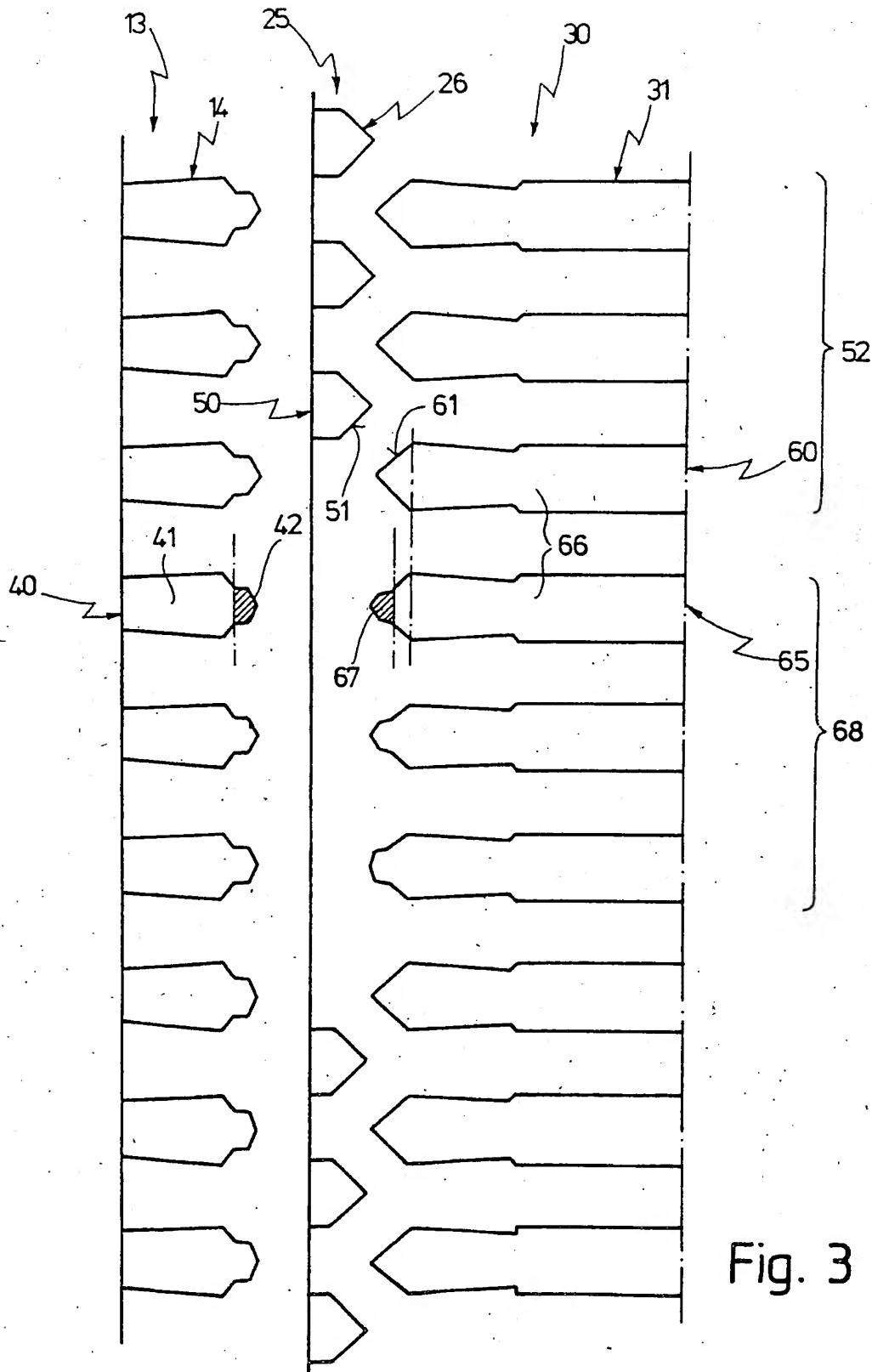
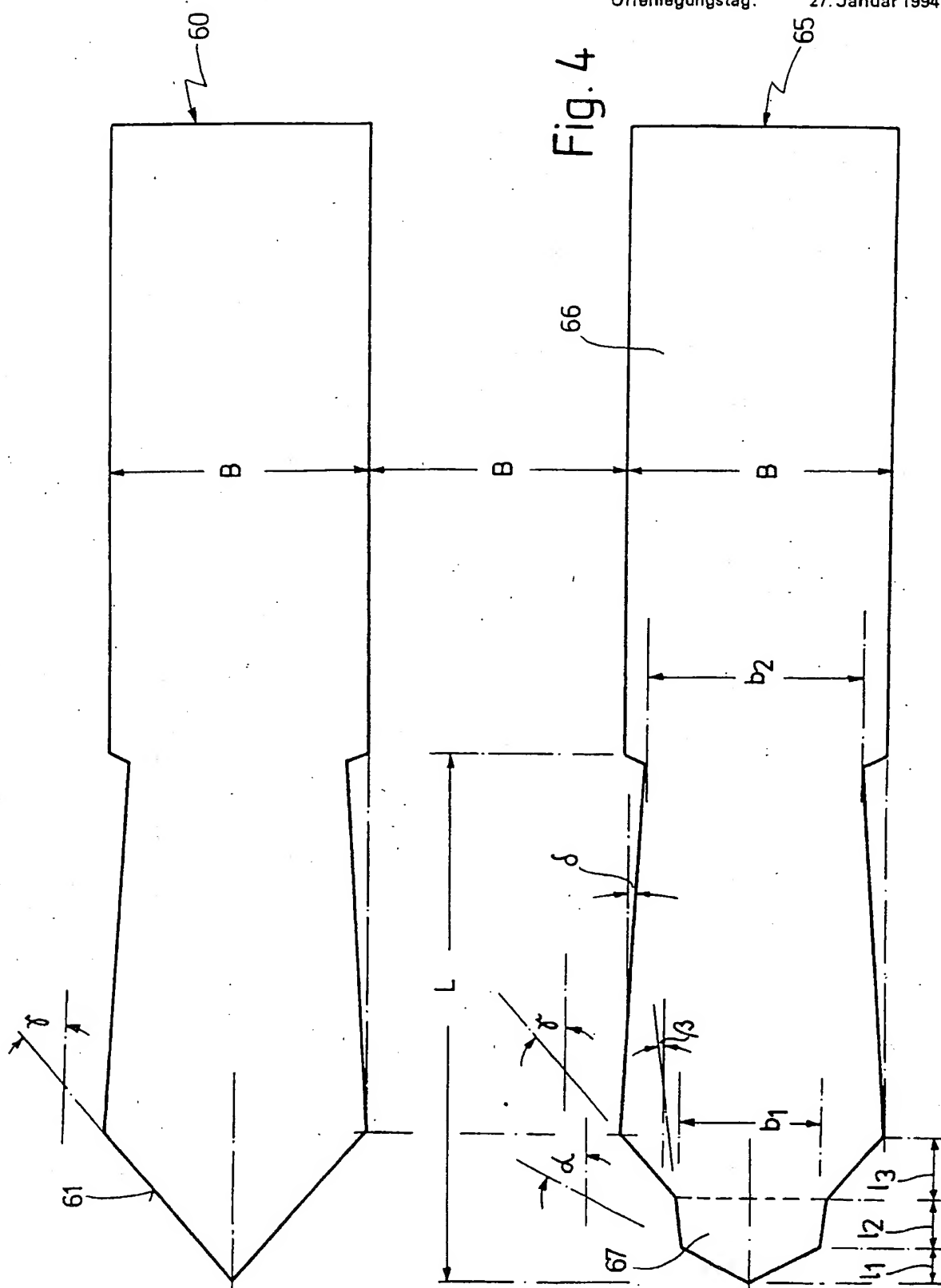


Fig. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**